

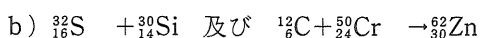
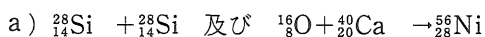
氏 名 (本 籍)	なが 長	しま 島	やす 泰	お 夫	(東京都)
学 位 の 種 類	理	学	博	士	
学 位 記 番 号	博	乙	第	152	号
学 位 授 与 年 月 日	昭	和	58	年	7 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 5 条第 2 項該当				
審 査 研 究 科	物理学研究科				
学 位 論 文 題 目	Compound Nucleus and Entrance Channel Effects in Heavy-Ion Fusion Reactions (重イオン核反応における複合核効果と入射チャンネル効果)				
主 査	筑波大学教授	理学博士	三	雲	昂
副 査	筑波大学教授	理学博士	真	田	順 平
副 査	筑波大学教授	理学博士	八	木	浩 輔
副 査	筑波大学助教授	理学博士	岸	本	照 夫
副 査	筑波大学外国人教師	理学博士	李		相 茂

論 文 の 要 旨

重イオン同志が衝突して融合する反応は、現在の重イオン核物理学の最も基本的でまた重要な問題である。重イオン核融合反応の機構に関しては、多くのモデルが提唱されているが、大きく別けて、1) 弾丸Pと標的Tが結合して生成する複合核P+Tの励起状態の性質によって断面積が支配される。2) PとTの入射系(入射チャンネル)がより重要な役割を演ずる。という2つの理論的潮流がある。これらのモデルの優劣を判定するためには、入射チャンネルP, Tが異なり、複合核P+Tが等しいいくつかの系の組み合わせに対して比較をすることが望まれる。

この目的のためには、タンデム加速器は、多種類の弾丸Pの極めて分解能のよいビームを生成し、しかもそのエネルギーが容易に変えられるというすぐれた特徴をもっている。一方複雑な重イオン核反応からの生成物を曖昧さなく識別し、迅速に情報を処理するための、すぐれた検出器系・データ処理系が必須である。

著者は以上の点に着目し、反応系としては、同一の複合核を形成する異った2組の入射チャンネル



をえらび、各弾丸Pの入射エネルギーEを細かく変えて、核融合の断面積 σ_f をEの関数として測定した。各々の組の最初の系は対称に近い入射系で、後の組は非常に非対称な組である。(著者はこのほかにも $^{28}\text{Si}+^{12}\text{C}$ 系の低いエネルギー領域における σ_f を精密に測定し、他の研究者によって発表されていた $^{12}\text{C}+^{28,29,30}\text{Si}$ の測定結果と比較したところ、いわれていたほどの同位体による差違を観測せず、統計的なモデルによる計算により σ_f をよく再現している。)

以上の実験を実現するために、著者は、検出器系としては、ガス比例計数管—半導体検出器の ΔE — E カウンターテレスコープをの改良、開発を行った。一方幅広く核物理実験の用に供するために、高速多次元データ収集解析システム (SHINE) を開発した。擬似装置の導入により、極めて融通性に富み、操作の容易なシステムを実現した。本実験では、 ΔE , E の2次元図を作製することにより、核融合蒸発残留核の識別が容易に行われた。

実験は主として筑波大学加速器センターの12 UDペレトロン加速器を用いて行い、 $^{12}\text{C}+^{50}\text{Cr}$ 系の高いエネルギーでのデータは、大阪大学核物理学研究センターのサイクロトロンを使用して得られた。

実験結果は予想外の新事実の発見につながった。

先ず $^{28}\text{Si}+^{28}\text{Si}$, $^{16}\text{O}+^{40}\text{Ca}$ の2系については、重心系で約50 MeV附近で σ_f のEに対する励起関数は頭打ちを示した。(低エネルギー側を第1の領域、高エネルギー側を第2の領域とよぶ。) σ_f を複合核の励起エネルギー E^* と全角運動量 J で表現してみると、 $E^* \text{ vs. } J(J+1)$ は両系で誤差の範囲内で一致し、 σ_f が複合核の性質で決定されるという“統計的イラスト線模型”によりよく再現された。(しかし非対称の系 $^{16}\text{O}+^{40}\text{Ca}$ では僅少であるが、モデルからのずれが認められ、これは以下に述べる $^{12}\text{C}+^{50}\text{Cr}$ の系でより判然とする。)

これに対し、 $^{32}\text{S}+^{30}\text{Si}$, $^{12}\text{C}+^{50}\text{Cr}$ の2系については、前者の $E^* \text{ vs. } J(J+1)$ が統計的イラスト線モデルで再現されるのに対し、後者ではモデルから大きくずれることが分った。すなわち非対称の著しい系では、 σ_f が上記モデルの予測とは大きくずれ、Eの増加と共に σ_f が著しく減少する領域(第3の領域と呼ぶ)が存在し、入射チャンネル依存性のあることが分った。一方入射チャンネル依存性を強調する“臨界距離モデル”でもデータは再現されなかった。

この新事実が引き金になって、松瀬・李らにより“新しい臨界距離モデル”が提唱され、これにより以上のデータを含めほとんどの既存のデータが再現されるようになった。このモデルによれば、入射チャンネルにおける換算質量 μ と複合核形成のQ値が重要な役割を演じ、対称系と非対称系では μ の大きな差違のために入射チャンネルの効果が極立って見えることが分った。

審 査 の 要 旨

著者は先ず技術面から、多次元データ収集解析システム (SHINE) を開発し、本研究のみならず、複雑な情報の高速処理を可能にした。このシステムにより、ソフトウェアの差しかえ、及びハー

ドウェアの変更なしに、多次元データ収集モードの変更を行うことができる。このような簡便でかつ高性能のシステムは他に類をみない独特なものである。現在核物理研究のみならず、加速器を用いる実験のほとんどすべてのオンライン・オフラインのデータ処理にこのシステムが使用されている。

核物理の面からは、重イオン核融合反応の最も基本的な問題である、複合核効果と入射チャンネル効果の解明に挑んだ。複合核を同じにする対称に近い系と非対称の系の融合断面積 σ_f の励起関数の測定から、 σ_f vs. E が複合核の性質に支配される条件と、入射チャンネルの大きな影響が現れる条件を明らかにした。この実験事実が引き金になって、第3の領域の存在、更に新しいモデルの提唱につながり、重イオン核融合反応機構の理解が急速に進展した。

以上のように著者は、すぐれた技術の開発を通じて核物理の新分野を開拓した業績は高く評価される。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。